

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ НАДЕЖНЫХ, ДОЛГОВЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ МАШИНО- И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Василевич Ю.В.¹, Федотов Д.А.², Неумержицкая Е.Ю.³,
Беляцкая Л.Н.¹, Чигарев В.А.¹**

- 1). Белорусский национальный технический университет Минск, Республика Беларусь;
- 2). ОАО «Авангард», Сафоново, Российская Федерация;
- 3). Академия последиplomного образования Минск, Республика Беларусь.

Перемены, происходящие в последние годы в экономике, промышленности и общественной жизни, поставили перед учеными и исследователями ряд научно-исследовательских задач, для успешного решения которых востребованы конструкционные материалы с высокими эксплуатационными свойствами и новыми функциональными возможностями. Важнейшее место среди этих материалов занимают полимерные композиты, состоящие из двух и более химически разнородных материалов, образующих единое целое [1-5].

В настоящее время широко применяются композиционные материалы, армированные стеклянными, углеродными, борными и другими видами волокон, обладающие удельной прочностью в несколько раз превышающей прочность стали и многих металлических сплавов. Композиционные материалы также обладают высокой коррозионной стойкостью, электро-, радиотехническими и другими свойствами, работают в экстремальных условиях с жесткими весовыми ограничениями и повышенными требованиями к надежности, и поэтому расширяется их внедрение в различные области техники, такие как машиностроение, авиастроение, приборостроение и др.

Каждый цикл переработки полимерно-композиционных материалов при изготовлении изделий можно разбить на этапы, для каждого из которых в выполненной работе принята соответствующая модель среды, учитывающая структурную неоднородность материала. Предложенные модели сред основываются на информации о свойствах компонентов композита и их взаимодействии. Так, технология изготовления изделий в форме тела вращения начинается с намотки пропитанной ткани на оправку и заканчивается снятием с оправки изделия, прошедшего этапы разогрева, полимеризации и охлаждения. На этапе намотки основным видом нагружения является натяжение ткани при намотке. Этап разогрева – это действие градиента температуры. Этап полимеризации характеризуется химической усадкой связующего. Этап охлаждения сопровождается термической усадкой композита.

Отметим, что постановки решаемых задач исходят из нужд производства изделий из композитов. Необходимость выделения этапа охлаждения цилиндрической оболочки из технологического цикла при ее изготовлении возникла по причине влияния термической усадки компонентов композита на остаточные напряжения в композите. Компоненты композита – связующее и наполнитель – имеют разные коэффициенты температурного расширения при действии температурного градиента. При этом, деформация компонентов композита должна быть такой, чтобы она не приводила к появлению расслоений, трещин и других причин, приводящих к нарушению монолитности. Таким образом, процесс охлаждения цилиндрической оболочки должен исходить из условий равновесия и совместности деформаций наполнителя и связующего.

Разработан метод и выполнен численный расчет напряженного состояния в цилиндрической оболочке из композита в результате химической усадки связующего и температурных напряжений с использованием структурной неоднородности композиционного материала. Проведено сравнение полученных результатов решения температурной задачи с классическим решением В.В. Болотина [2], выполненного на основе замены структурно неоднородного материала локально однородным. Показано, что эти решения отличаются незначительно, т.е. приводят к практически одинаковым результатам. Использование нового разработанного метода позволило намного упростить решение поставленной задачи по определению радиальных и окружных напряжений на этапе охлаждения композиционного цилиндра. В качестве исходных данных взяты механические характеристики связующего и наполнителя, геометрические размеры оболочки, температура, закон Гука и др.

1. Василевич Ю.В., Горелый К.А., Сахоненко С.В., Сахоненко В.М., Малютин Е.В. Механика препрегов – расчет изделий из армированных композиционных материалов. - БНТУ, 2016. – 593с.

2. Болотин В.В., Болотина К.С. Механика полимеров. - №1,1967. С. 136–141.

3. Рогинский С.Л., Канович М.З., Колтунов М.А. Высокопрочные стеклопластики. - М.: Химия, 1979. – 144 с.

4. Киселев Б.А. Стеклопластики. – М.: Гос. науч.-технич. изд-во хим. лит-ры, 1961. – 240 с.

5. Рабинович А.Л. Введение в механику армированных полимеров. – М.: Химия, 1970. – 482 с.